

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-216474

(43)Date of publication of application : 04.08.2000

(51)Int.Cl. H01S 5/024  
G02B 6/42

(21)Application number : 11-310992

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 01.11.1999

(72)Inventor : AIKIYO TAKESHI

(30)Priority

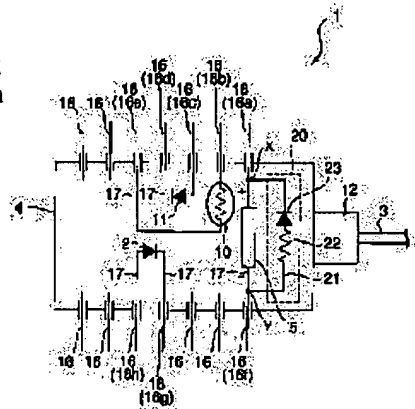
Priority number : 10330014 Priority date : 19.11.1998 Priority country : JP

## (54) SEMICONDUCTOR LASER MODULE AND ITS DRIVING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To restrain overcurrent energization to a thermo-module.

SOLUTION: A thermo-module 5 carries out heating operation when a current from a lead pin 16f toward a lead pin 16a is energized. On the contrary, it carries out cooling operation when current from the lead pin 16a toward the lead pin 16f is energized. An overcurrent limitation means 20 for restraining overcurrent energization in a heating direction to the thermo-module 5 is provided. The overcurrent limitation circuit 20 has a bypass path 21, a resistor 22 and a diode 23. When current in a heating direction is energized, the diode 23 turns 'on' and current is shunted and flows to the thermo module 5 and the bypass path 21. Thereby, overcurrent energization to the thermo-module 5 can be restrained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.03.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3469833

[Date of registration] 05.09.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-06335

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 15.04.2003

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

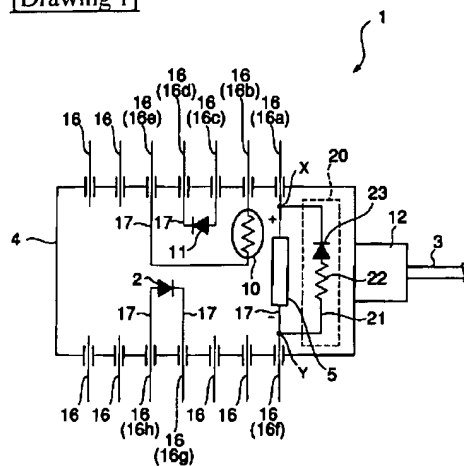
\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

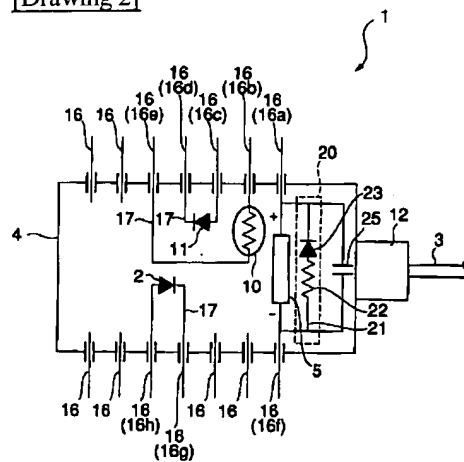
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

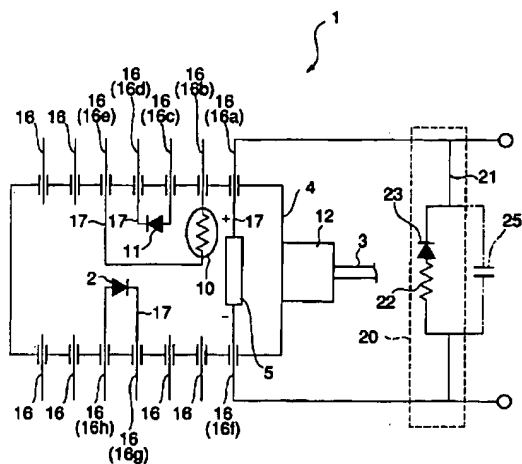
[Drawing 1]



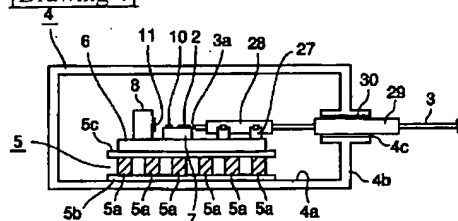
[Drawing 2]



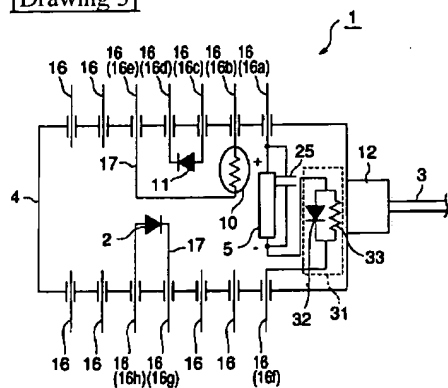
[Drawing 3]



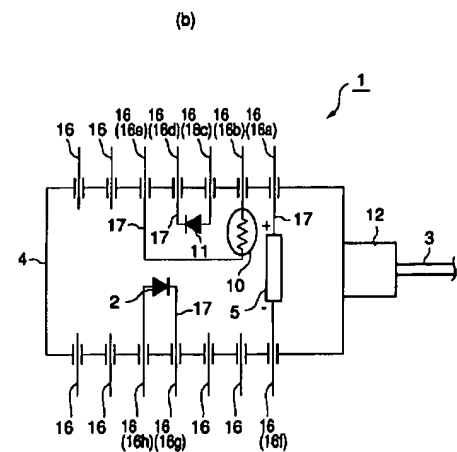
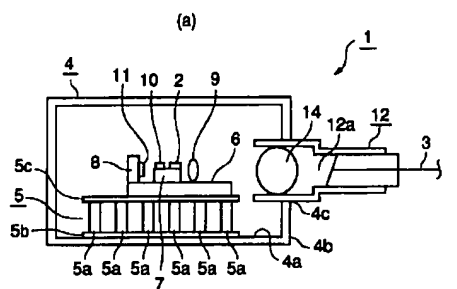
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the drive method of the semiconductor laser module used in the field of optical communication, and a semiconductor laser module.

[0002]

[Description of the Prior Art] The example of 1 structure of a semiconductor laser module is typically shown to drawing 6 (a) by the cross section, and an example of the electric wiring of the semiconductor laser module shown in drawing 6 (a) is shown in drawing 6 (b). It is made to join together optically and the semiconductor laser module 1 shown in drawing 6 (a) modularizes the semiconductor laser element 2 and an optical fiber 3.

[0003] That is, as shown in drawing 6 (a), the thermostat module 5 is formed on bottom wall side 4a among packages 4. Two or more Peltier device 5a has accomplished this thermostat module 5 with the gestalt put by the board members 5b and 5c (the 1st substrate, the 2nd substrate) of a high temperature conductor (for example, nitriding aluminum). In this example, the above-mentioned board member 5b is fixed on bottom wall side 4a among the above-mentioned packages 4, the thermolysis side of Peltier device 5a is installed in this board member 5b with solder, and the above-mentioned board member 5c is being fixed to the endothermic side of this Peltier device 5a with solder.

[0004] According to the sense of the current which pours such a thermostat module 5 to the above-mentioned Peltier device 5a, exoergic actuation (heating actuation) and endothermic actuation (cooling actuation) change, and the calorific value and amount of endothermics change according to the amount of energization current of Peltier device 5a.

[0005] Fixed installation of the substrate 6 which is the attaching member of components is carried out at the such thermostat module 5 bottom (that is, on board member 5c) with solder (for example, InPbAg eutectic solder (melting point of 148 degrees C)). The supporter material 7 and 8 and a lens 9 are being fixed to this substrate 6 bottom. While the above-mentioned semiconductor laser element 2 is arranged at the above-mentioned supporter material 7, the thermistor 10 for detecting the temperature of the semiconductor laser element 2 is formed. The photodiode 11 for monitors which supervises the luminescence condition of the above-mentioned semiconductor laser element 2 is arranged in the above-mentioned supporter material 8. Generally as the above-mentioned semiconductor laser element 2, the thing of the wavelength range of the excitation light of optical fiber amplifier, such as a thing of the signal light wave length band of 1310nm band and 1550nm band, 1480nm band, and 980nm band, is used, for example.

[0006] Through tube 4c is formed in side wall 4b of a package 4, and fitting wearing of the optical fiber supporter material 12 is carried out at this through tube 4c. This optical fiber supporter material 12 has insertion hole 12a, and the edge side of an optical fiber 3 is introduced into the interior of the above-mentioned insertion hole 12a from the exterior of a package 4. Moreover, the lens 14 is arranged in the interior of insertion hole 12a through the tip and gap of the above-mentioned optical fiber 3.

[0007] As shown in the above-mentioned package 4 at drawing 6 (b), towards the two or more (at example shown in drawing 6 (b), it is 14) exterior, the lead pin 16 projects and is formed. Moreover, the flow means 17, such as a conductor pattern for making the above-mentioned lead pin 16 make flow connection of the above-mentioned semiconductor laser element 2, the thermostat module 5, a thermistor 10, and the photodiode 11 and lead wire, are formed in the interior of a package 4. The drive control means for a semiconductor laser module drive (not shown) can be made to make flow connection of the above-mentioned semiconductor laser element 2, the thermostat module 5, a thermistor 10, and the photodiode 11 by these flow means 17 and the lead pin 16, respectively.

[0008] In the example shown in drawing 6 (b), the above-mentioned semiconductor laser element 2 specifically by the above-mentioned flow means 17 and the lead pin 16 (16g, 16h) The thermostat module 5 moreover, by the above-mentioned flow means 17 and the lead pin 16 (16a, 16f) furthermore, the thermistor 10 -- the flow means 17 and the lead pin 16 (16b, 16e) -- moreover, flow connection of the above-mentioned photodiode 11 is made at the above-mentioned drive control means, respectively by the flow means 17 and the lead pin 16 (16c, 16d).

[0009] The semiconductor laser module 1 shown in drawing 6 is constituted as mentioned above. If flow connection of such a semiconductor laser module 1 is made at the above-mentioned drive control means and current is supplied to the semiconductor laser element 2 of the semiconductor laser module 1 from the above-mentioned drive control means, a laser beam will be emitted from the semiconductor laser element 2. It is condensed by the optical system for association which consists of the above-mentioned lenses 9 and 14, and incidence of this emitted laser beam is carried out to an optical fiber 3, it

spreads the inside of an optical fiber 3, and a desired use is presented with it.

[0010] By the way, the reinforcement and wavelength of a laser beam which are emitted from the above-mentioned semiconductor laser element 2 are changed according to the temperature of semiconductor laser element 2 the very thing. For this reason, that the reinforcement and wavelength of the above-mentioned laser beam should be controlled uniformly, based on the output value outputted from the above-mentioned thermistor 10, the above-mentioned drive control means controls the sense and the amount of energization of energization current of the thermostat module 5, and is controlling heating actuation or cooling actuation of the thermostat module 5 so that the temperature of the semiconductor laser element 2 becomes fixed. The semiconductor laser element 2 is maintained at an almost fixed temperature by the temperature control by this thermostat module 5, and can make regularity the reinforcement and wavelength of a laser beam by which outgoing radiation is carried out from the semiconductor laser element 2 by it.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the abnormality situation where the overcurrent of the heating direction which carries out heating actuation energizes the thermostat module 5 to the thermostat module 5 according to a failure, overvoltage generating, etc. for example, may occur. In this case, the components of the semiconductor laser element 2 and substrate 6 with which the thermostat module 5 carries out heating at high temperature unusually, and is arranged on the thermostat module 5, and lens 9 grade are heated rapidly (rapidly [ as / For example, / the directions temperature of a thermistor 10 rises at 200 degrees C or more in 10 seconds ]).

[0012] By the way, when board member 5c of the above-mentioned thermostat module 5 is thermally connected to the side wall and the optical fiber supporter material 12 of a package 4, a part of heat emitted from the above-mentioned thermostat module 5 is emitted outside through the side wall and the optical fiber supporter material 12 of the above-mentioned package 4. For this reason, when the thermostat module 5 carries out heating at high temperature unusually as mentioned above, a part of that hot heat will radiate heat outside through the optical fiber supporter material 12 from the above-mentioned thermostat module 5, the quantity of heat by which heat transfer is carried out to the components on the thermostat module 5 of the semiconductor laser element 2 or lens 9 grade is controlled, and the temperature rise of the components on the above-mentioned thermostat module 5 can be eased.

[0013] However, in the example shown in drawing 6, the components on the thermostat module 5, and the side wall and the optical fiber supporter material 12 of the above-mentioned package 4 are in the condition which became independent thermally. For this reason, most things for which the heat of the components on the thermostat module 5 radiates heat to the exterior of a package 4 through the side wall and the optical fiber supporter material 12 of a package 4 cannot be found. In such a case, when the abnormality heating at high temperature of the above-mentioned thermostat module 5 occurs, heat transfer of the hot heat of the thermostat module 5 will be carried out to the components on the thermostat module 5, and it will be accumulated in them. For this reason, it will become remarkable, and becomes easy to generate the situation as shown below, and the temperature rise of the components on the thermostat module 5 is a problem.

[0014] For example, when the temperature of the semiconductor laser element 2 rises to an elevated temperature by the heating at high temperature of the thermostat module 5 which originated in overcurrent energization of the heating direction like the above, the defect inside the crystal of the semiconductor laser element 2 grows, and the problem that the property of the semiconductor laser element 2 will deteriorate sharply arises.

[0015] Moreover, the substrate 6 is being fixed to board member 5c of the thermostat module 5 with solder (thermofusion connection material), such as for example, InPbAg eutectic solder (melting point of 148 degrees C), as mentioned above. For this reason, when the thermostat module 5 carries out heating at high temperature unusually like the above, the above-mentioned solder may fuse and a location gap of a substrate 6 may arise. The problem that a gap (alignment gap) of the optical coupling from which the semiconductor laser element 2 and a lens 9 shift [ location / of normal ], and the semiconductor laser element 2 and a lens 9 shift to an optical fiber 3 by location gap of this substrate 6 will arise arises. If it originates in a location gap of the above-mentioned substrate 6 and the semiconductor laser element 2 causes an angle gap to an optical fiber 3 especially, an optical output will decline sharply so that it may, for example, say that an optical output will decline no less than 95% by 0.2-degree angle gap.

[0016] Furthermore, adhesion immobilization of the above-mentioned glass lens 9 may be carried out at a metal holder using low melting glass, this metal holder with a lens may be fixed to the above-mentioned substrate 6, and a lens 9 may be attached in a substrate 6. In this case, as mentioned above, when the thermostat module 5 carries out abnormality heating rapidly, a crack will occur in a part for the joint of the above-mentioned lens 9 and a metal holder (low melting glass) according to a difference with a big coefficient of thermal expansion of glass and a metal. By this crack initiation, a lens 9 separates from the above-mentioned metal holder, and the problem that the optical coupling of the semiconductor laser element 2 and an optical fiber 3 will be spoiled arises.

[0017] Furthermore, as mentioned above, since it is combined using solder, Peltier device 5a and the board members 5b and 5c have a possibility that the above-mentioned solder may fuse, for example, it may carry out that Peltier device 5a separates etc., and thermostat module 5 the very thing may be damaged with abnormality heating of the above-mentioned thermostat module 5.

[0018] Accomplishing this invention in order to solve the above-mentioned technical problem, the purpose prevents overcurrent energization of the heating direction to a thermostat module, and is to offer the drive method of the semiconductor laser module which can avoid problem generating resulting from the overcurrent energization, and a semiconductor laser module.

[0019]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention is taken as a means to solve said technical problem with a configuration shown below. Namely, a semiconductor laser module of the 1st invention In a semiconductor laser module which has a semiconductor laser element, a thermostat module which adjusts temperature of this semiconductor laser element, and an optical fiber optically combined with a laser beam by which outgoing radiation was carried out from the above-mentioned semiconductor laser element The above-mentioned thermostat module is accomplished with a configuration which carries out adjustable setting of the temperature of a semiconductor laser element according to the amount of current energized to this thermostat module, and is made into a means to solve said technical problem with a configuration which established an overcurrent limit means to control that an overcurrent flows to the above-mentioned thermostat module.

[0020] A semiconductor-laser module of the 2nd invention is equipped with a configuration of invention of the above 1st, a thermostat module accomplishes with a configuration of changing heating actuation and cooling actuation according to sense of energization current, and it constitutes as a feature that an overcurrent limit means is established on a current path pass current of the heating direction which carries out heating actuation of the above-mentioned thermostat module to a thermostat module.

[0021] A semiconductor laser module of the 3rd invention is equipped with a configuration of invention of the above 2nd. While a bypass path which bypasses and short-circuits a thermostat module is prepared in the upstream and the downstream of a thermostat module at a current path which passes current of the heating direction to a thermostat module and a resistor is interposed in this bypass path Diode which made the direction of current of heating the forward direction is formed in the above-mentioned resistor and a serial. The above-mentioned bypass path, a resistor, and diode It constitutes as a feature having accomplished that make a thermostat module and a bypass path carry out splitting energization of the current of the heating direction, and an overcurrent of the heating direction energizes to a thermostat module with an overcurrent limit means to ease.

[0022] A semiconductor laser module of the 4th invention is equipped with a configuration of the above 1st, the 2nd, or the 3rd invention. A thermostat module puts a Peltier device with the 1st substrate and 2nd substrate, and is constituted. A semiconductor laser element is arranged and it connects with a thermostat module thermally at any of the 1st substrate of the above, and the 2nd substrate, or one side. Moreover, it has a lens for condensing a laser beam by which outgoing radiation was carried out from a semiconductor laser element, and introducing into an optical fiber. It constitutes as a feature having accomplished this lens with a configuration thermally connected with a substrate of a side which arranges a semiconductor laser element of a thermostat module through a thermofusion connection material which is fixing an attaching member of this lens.

[0023] A semiconductor laser module of the 5th invention is equipped with a configuration of the above 1st, the 2nd, or the 3rd invention, and it constitutes as a feature that an optical fiber is an optical fiber with a lens with which a lens which condenses a laser beam by which outgoing radiation was carried out from a semiconductor laser element is formed in an edge as for which a laser beam carries out incidence.

[0024] A semiconductor laser module of the 6th invention is equipped with a configuration of any one invention of the above 1st - the 5th invention. A thermostat module puts a Peltier device with the 1st substrate and 2nd substrate, and is constituted. It has a configuration which a semiconductor laser element is arranged and is thermally connected with a thermostat module at any of the 1st substrate of the above, and the 2nd substrate, or one side. Hold arrangement of the above-mentioned semiconductor laser element and the thermostat module is carried out into a package. A through tube which leads outside from the interior of this package is prepared in the above-mentioned package. Fitting wearing of the optical fiber supporter material which changes from a thermally conductive material to this through tube is carried out. An edge side of an optical fiber is introduced into the interior from the exterior of a package through an insertion hole prepared in this optical fiber supporter material. A substrate of a side which has arranged a semiconductor laser element of a thermostat module becomes independent of the above-mentioned optical fiber supporter material thermally. That emission of heat to the exterior of a package is restricted through the above-mentioned optical fiber supporter material consists of substrates of a side which has arranged a semiconductor laser element of a thermostat module as a feature.

[0025] A drive method of a semiconductor laser module the 7th invention In a drive method of a semiconductor laser module of having a semiconductor laser element, a thermostat module which adjusts temperature of this semiconductor laser element, and an optical fiber optically combined with a laser beam by which outgoing radiation was carried out from the above-mentioned semiconductor laser element Connect the above-mentioned thermostat module to a semiconductor laser element thermally, and it adjusts according to the amount of current which energizes temperature of a semiconductor laser element to this thermostat module. It constitutes forming an overcurrent limit means in an energization path of current to a thermostat module, and controlling overcurrent energization to a thermostat module as a feature.

[0026] A drive method of a semiconductor laser module the 8th invention In a drive method of a semiconductor laser module of having a semiconductor laser element, a thermostat module which adjusts temperature of this semiconductor laser element, and an optical fiber optically combined with a laser beam by which outgoing radiation was carried out from the above-mentioned semiconductor laser element The above-mentioned thermostat module is accomplished with a configuration of changing heating actuation and cooling actuation according to sense of energization current. Connect this thermostat module to a semiconductor laser element thermally, and a bypass path which bypasses the upstream and the downstream of a thermostat module and connects a thermostat module with a current path which passes current of the heating direction which

carries out heating actuation of the thermostat module to a thermostat module too hastily is prepared. It constitutes interposing a resistor in this bypass path, shunting current of the heating direction toward a thermostat module and a bypass path, and easing overcurrent energization of the heating direction to a thermostat module as a feature.

[0027] In invention of the above-mentioned configuration, an overcurrent limit means controls that the overcurrent energizes to a thermostat module, when it originates in a failure or overvoltage generating and an overcurrent occurs. Thus, since overcurrent energization to a thermostat module is controlled, various problem generating resulting from overcurrent energization of the heating direction to a thermostat module can be prevented, for example. thereby, optical coupling and durable reliability of a semiconductor laser module can be boiled markedly, and can be raised.

[0028]

[Embodiment of the Invention] Below, the example of an operation gestalt concerning this invention is explained based on a drawing.

[0029] In the 1st example of an operation gestalt, the example of electric wiring of a characteristic semiconductor laser module is shown in drawing 1. It being characteristic in this 1st example of an operation gestalt is having formed the overcurrent limiting circuit 20 which is an overcurrent limit means (reverse current limit means), as shown in drawing 1. The other configuration is the same as that of the semiconductor laser module shown in said drawing 6, in explanation of this 1st example of an operation gestalt, the same sign is given to the same component as the semiconductor laser module shown in above-mentioned drawing 6, and that duplication explanation is omitted.

[0030] The overcurrent limiting circuit 20 although the thermostat module 5 is assumed to perform only cooling actuation in many cases, as the semiconductor laser module 1 used under the environment beyond ordinary temperature in many cases, and shown below in this 1st example of an operation gestalt in consideration of the case where the thermostat module 5 performs not only cooling actuation but heating actuation is established in the interior of a package 4.

[0031] That is, the overcurrent limiting circuit 20 has the bypass path 21, a resistor 22, and diode 23, and consists of this 1st example of an operation gestalt.

[0032] In drawing 1, the end side of the above-mentioned bypass path 21 is connected to the point X by the side of lead pin 16a rather than the thermostat module 5, and the other end side of the bypass path 21 is connected to the point Y by the side of lead pin 16f rather than the thermostat module 5.

[0033] When current energizes in the direction which the thermostat module 5 performs heating actuation, and goes to lead pin 16f from lead pin 16a on the contrary when current energizes in the direction which goes to lead pin 16a from lead pin 16f, it consists of this 1st example of an operation gestalt so that the thermostat module 5 may perform cooling actuation. If it puts in another way from this, the above-mentioned bypass path 21 would bypass Upstream Y and Downstream X of the thermostat module 5 in the current path of the heating direction to the thermostat module 5, and will have short-circuited the thermostat module 5.

[0034] While a resistor 22 is interposed in this bypass path 21, the diode 23 which made the forward direction the direction of current of heating which carries out heating actuation of the thermostat module 5 is formed in the above-mentioned resistor 22 and the serial.

[0035] The semiconductor laser module 1 shown in this 1st example of an operation gestalt is constituted as mentioned above. Below, the example of circuit actuation of the above-mentioned overcurrent limiting circuit 20 is explained briefly. For example, flow connection of the above-mentioned semiconductor laser module 1 is made at the drive control means for a semiconductor laser module drive using the lead pin 16. When the current of the direction which goes to lead pin 16f from lead pin 16a by the above-mentioned drive control means, i.e., the current of the cooling direction which carries out cooling actuation of the thermostat module 5, is energizing in this condition, the diode 23 of the above-mentioned overcurrent limiting circuit 20 will be in a flow OFF state. Thereby, the current of the above-mentioned cooling direction flows into the thermostat module 5 altogether, without energizing in the bypass path 21.

[0036] Moreover, when the current of the direction which goes to lead pin 16a from lead pin 16f (reverse current), i.e., the current of the heating direction which carries out heating actuation of the thermostat module 5, is energizing on the contrary, the above-mentioned diode 23 will be in a flow ON state. Thereby, according to the ratio of the resistance which the thermostat module 5 has, and the resistance of a resistor 22, the current of the above-mentioned heating direction is shunted toward the thermostat module 5 and the bypass path 21, and is energized.

[0037] When the overcurrent of the heating direction occurs, like the above, the overcurrent is shunted toward the thermostat module 5 and the bypass path 21, and flows. Thereby, compared with the case where all the above-mentioned overcurrents energize to the thermostat module 5, the overcurrent energization to the thermostat module 5 can be eased. In addition, the resistance of the above-mentioned resistor 22 is suitably set up according to specification.

[0038] In this 1st example of an operation gestalt, as described above, the substrate (board member (here board member 5c)) of the side which arranges the semiconductor laser element of the thermostat module 5 has been independent of the side wall of a package 4, or the optical fiber supporter material 12 thermally. For this reason, when the overcurrent of the heating direction energizes to the thermostat module 5, it is easy to generate various problems to which the heat of the heating at high temperature of the thermostat module 5 resulting from that overcurrent energization did not radiate heat to the exterior of a package 4 through the side wall or the optical fiber supporter material 12 of a package 4, but accumulation was carried out to the components on the thermostat module 5, and it originated in overcurrent energization of the heating direction.

[0039] On the other hand, in this 1st example of an operation gestalt, the overcurrent limiting circuit 20 is formed, and since it considered as the configuration which eases overcurrent energization of the heating direction to the thermostat module 5 by



this overcurrent limiting circuit 20, various problems resulting from overcurrent energization of the heating direction to the thermostat module 5 are avoidable.

[0040] That is, abnormality heating of the thermostat module 5 resulting from overcurrent energization of the heating direction can be controlled, and, thereby, it can prevent that the semiconductor laser element 2 is heated by the elevated temperature. For this reason, growth of the defect inside the crystal of the semiconductor laser element 2 by heating at high temperature can be avoided, and property deterioration of the semiconductor laser element 2 can be prevented.

[0041] Moreover, thermofusion connection materials, such as solder which connects the substrate 6 which are the semiconductor laser element 2 and the attaching member of the components of lens 9 grade, and the thermostat module 5, can avoid originating in the heating at high temperature of the thermostat module 5, and fusing, and, thereby, can prevent a location gap of a substrate 6. The location gap of the semiconductor laser element 2 and a lens 9 to an optical fiber 3 can be avoided by this, generating of an optical coupling gap of an optical fiber 3 and the semiconductor laser element 2 can be controlled, and an optical output fall can be prevented.

[0042] Furthermore, the crack initiation for a bond part of the lens 9 and metal holder resulting from the rapid temperature rise of the thermostat module 5 can be controlled. The lens 9 blank resulting from crack initiation can be prevented by this, and situation generating that the optical coupling of the semiconductor laser element 2 and an optical fiber 3 will be spoiled can be avoided.

[0043] Furthermore, since solder melting between Peltier device 5a, board member 5b, and 5c can also be prevented, failure of thermostat module 5 the very thing is also avoidable.

[0044] As mentioned above, various problems resulting from overcurrent energization of the heating direction to the thermostat module 5 can be prevented by forming the characteristic overcurrent limiting circuit 20 in this 1st example of an operation gestalt. by this, the optical coupling and the durable reliability of the semiconductor laser module 1 can be boiled markedly, and can be raised.

[0045] Below, the 2nd example of an operation gestalt is explained. The characteristic thing which this 2nd example of an operation gestalt differs from said 1st example of an operation gestalt is having formed the capacitor 25 for surge current energization in juxtaposition at the thermostat module 5, as shown in drawing 2. The other configuration is the same as that of said 1st example of an operation gestalt, in explanation of this 2nd example of an operation gestalt, the same sign is given to the same component as said 1st example of an operation gestalt, and that duplication explanation is omitted.

[0046] In this 2nd example of an operation gestalt, since the capacitor 25 was formed in juxtaposition at the thermostat module 5, when the surge current which is a momentary high current occurs as mentioned above, that surge current energizes to the above-mentioned capacitor 25, and does not energize to the thermostat module 5. Thereby, failure of the thermostat module 5 resulting from surge current energization can be prevented.

[0047] That is, frequency of surge current is high, and as for a capacitor, the impedance becomes small, so that frequency becomes high. For this reason, even if the above-mentioned surge current occurs and it is going to energize to the thermostat module 5, most of those surge current will flow to the above-mentioned capacitor 25. It can control by this that surge current energizes to the thermostat module 5, and the failure problem of the thermostat module 5 resulting from surge current energization can be prevented. Moreover, although there is a possibility that various problems which the components on the thermostat module 5 carry out [ problems ] a temperature rise momentarily, and were mentioned above may arise when the surge current of the heating direction energizes to the thermostat module 5 In this 2nd example of an operation gestalt, as mentioned above, by the capacitor 25, since the surge current energization to the thermostat module 5 is controlled A problem with various a property deterioration problem of the semiconductor laser element 2 and an optical coupling gap problem of the semiconductor laser element 2 and an optical fiber 3 which were described above, problems resulting from lens 9 blank by which optical coupling is spoiled can be prevented.

[0048] According to this 2nd example of an operation gestalt, like said 1st example of an operation gestalt, since the overcurrent limiting circuit 20 is formed, like said 1st example of an operation gestalt, overcurrent energization of the heating direction to the thermostat module 5 can be controlled, and various problems resulting from overcurrent energization of the heating direction can be prevented by the above-mentioned overcurrent limiting circuit 20. Moreover, as mentioned above, since the capacitor 25 was formed in juxtaposition at the thermostat module 5, problem generating resulting from surge current energization can also be prevented by this capacitor 25.

[0049] In addition, this invention is not limited to each above-mentioned example of an operation gestalt, and can take the gestalt of various operations. For example, in each above-mentioned example of an operation gestalt, it assumed that the thermostat module 5 performed not only cooling actuation but heating actuation also in consideration of the semiconductor laser module 1 being used not only the bottom of the environment beyond ordinary temperature but under low-temperature environment lower than ordinary temperature. From this, in order to make the thermostat module 5 energize the current of the heating direction, the resistor 22 was interposed in the bypass path 21. However, when it, for example, only assumes that the semiconductor laser module 1 is used under the environment beyond ordinary temperature, that is, the thermostat module 5 is assumed to perform only cooling actuation, it is not necessary to form the above-mentioned resistor 22.

[0050] in this case, the current of the heating direction -- mostly, all will energize the bypass path 21 and will not energize almost to the thermostat module 5. By this, it can prevent certainly that the overcurrent of the heating direction energizes to the thermostat module 5. Thereby, various problem generating which was carried out to the reason and which was described above can be avoided much more certainly to overcurrent energization of the heating direction to the thermostat module 5.

[0051] Moreover, since it is not necessary to make the thermostat module 5 energize the current of the heating direction when

the thermostat module 5 is assumed to perform only cooling actuation like the above, the diode which made the direction of current of cooling the forward direction may be formed in the thermostat module 5 at a serial, without forming the above-mentioned bypass path 21. That is, it is good also as a configuration which prevents all current energization of the heating direction to the thermostat module 5 with diode.

[0052] Moreover, although the above-mentioned overcurrent limiting circuit 20 is formed in the package 4 and the example of a semiconductor laser module with an overcurrent limit function was shown in each above-mentioned example of an operation gestalt As shown in drawing 3, for example, between the semiconductor laser module 1 with the same configuration as usual, and the drive control means for semiconductor laser modules The overcurrent limiting circuit 20 which consists of the bypass path 21 and a resistor 22 which are surrounded by the dotted line of drawing 3, and diode 23 is formed, and you may make it drive a semiconductor laser module. Furthermore, as it indicates similarly that it was shown in the example of an operation gestalt of the above 2nd by the same capacitor 25 to the chain line of drawing 3, you may prepare out of the semiconductor laser module 1. The same function as the overcurrent limiting circuit 20 established in the exterior of the semiconductor laser module 1 shown in above-mentioned drawing 3, the overcurrent limiting circuit 20 which showed the capacitor 25 to each above-mentioned example of an operation gestalt, and a capacitor 25 can be achieved, and the same effect as each above-mentioned example of an operation gestalt can be done so.

[0053] Furthermore, in each above-mentioned example of an operation gestalt, as shown in drawing 6 (a), the optical system for association was formed using the lenses 9 and 14 with a separate optical fiber 3, but as shown in drawing 4, the optical system for association may be formed using the optical fiber 3 with a lens, without using the above-mentioned lenses 9 and 14. In the above-mentioned optical fiber 3 with a lens, it is the optical fiber equipped with lens 3a which condenses the laser beam by which outgoing radiation was carried out from the semiconductor laser element 2.

[0054] The above-mentioned optical fiber 3 with a lens is built into the semiconductor laser module 1 as shown below. For example, as shown in drawing 4, a holddown member (for example, product made from stainless steel) 27 is attached in a substrate 6, and the optical fiber supporter material 28 is being fixed to this holddown member 27 by YAG laser welding etc. Moreover, the optical fiber supporter material 29 carries out fitting wearing at through tube 4c formed in the package 4, and it is fixed with the cementing materials 30, such as PbSn solder. The insertion hole is prepared in the above-mentioned optical fiber supporter material 28 and 29, respectively, an optical fiber 3 is introduced into the interior from the exterior of a package 4 through these insertion hole, and the tip and the semiconductor laser element 2 of this optical fiber 3 are arranged through the proper gap which optical coupling accomplishes. Configurations other than the above are the same as the configuration shown in said drawing 6 (a), and the duplication explanation is omitted here.

[0055] The above-mentioned optical fiber supporter material 28 and 29 is constituted by thermally conductive materials, such as for example, a Fe-nickel-Co alloy. With the configuration shown in drawing 4, the near substrate (that is, board member 5c) with which the semiconductor laser element 2 in the thermostat module 5 is arranged is strictly connected to the optical fiber supporter material 29 thermally through the optical fiber 3. However, since an optical fiber 3 is the narrow diameter of about 125 micrometers, its quantity of heat by which heat transfer is carried out to the optical fiber supporter material 29 through an optical fiber 3 from board member 5c of the thermostat module 5 is very few.

[0056] Thereby, if board member 5c of the thermostat module 5 has been independent of the above-mentioned optical fiber supporter material 29 thermally, it is the same. That is, with the configuration shown in this drawing 4, it is the configuration that emission of the heat to the exterior of a package 4 is restricted through the above-mentioned optical fiber supporter material 29 from board member 5c of the thermostat module 5. With such a configuration, as described above, when it originates in the overcurrent energization to the thermostat module 5 and the thermostat module 5 carries out heating at high temperature unusually, the hot heat is accumulated in the components on the thermostat module 5, and various problems arise. On the other hand, by having the configuration which controls the overcurrent energization to the thermostat module 5 as shown in each above-mentioned example of an operation gestalt, the problem resulting from the overcurrent energization to the above-mentioned thermostat module 5 can be prevented, and it is very effective.

[0057] Furthermore, it is good also as a configuration as shown in drawing 5 as an application of this invention. The example shown in this drawing 5 can avoid problem generating which originated in the overvoltage impression to the thermostat module 5 for what is not current control and carries out armature-voltage control of the thermostat module 5. That is, in drawing 5, the overvoltage limit means 31 is formed in the thermostat module 5 at the serial. The above-mentioned overvoltage limit means 31 is constituted by the parallel connection object of the diode 32 which made the energization direction of the cooling direction the forward direction, and a resistor 33.

[0058] With the configuration shown in drawing 5, while the voltage of the cooling direction is being impressed by the thermostat module 5, diode 32 is a flow ON state and current flows to diode 32 altogether mostly, without hardly flowing to the above-mentioned resistor 33. This impresses mostly altogether the voltage impressed in lead pin 16a and 16f to the thermostat module 5.

[0059] On the other hand, since diode 32 will be in a flow OFF state and current is energized to a resistor 33 while the voltage of the heating direction is being impressed by the thermostat module 5, the voltage impressed in lead pin 16a and 16f will be pressured partially and impressed to the thermostat module 5 and a resistor 33. From this, when an overvoltage occurs in lead pin 16a and 16f, the overvoltage will be pressured partially and impressed to the thermostat module 5 and a resistor 33. For this reason, the overvoltage impression to the thermostat module 5 can be eased, and the problem resulting from the overvoltage impression to the thermostat module 5 can be prevented. ~~Both such overvoltage limit control and an overcurrent limit means as shown in~~ each above-mentioned example of an operation gestalt may be established.

[0060]

[Effect of the Invention] According to the drive method of the semiconductor laser module of this invention, and a semiconductor laser module, the overcurrent limit means was formed in the interior or the exterior of a semiconductor laser module, and it considered as the configuration which controls the overcurrent energization to a thermostat module with this overcurrent limit means. By having this configuration, problem generating resulting from the overcurrent energization to a thermostat module is avoidable.

[0061] If it is in some which established the overcurrent limit means on the current path which passes the current of the heating direction which carries out heating actuation of the thermostat module to a thermostat module, the overcurrent of the heating direction to a thermostat module can be controlled with the overcurrent limit means. If the overcurrent of the heating direction energizes to a thermostat module, a thermostat module will carry out heating at high temperature unusually, and various problems will be generated. On the other hand, various problems resulting from overcurrent energization of the heating direction to a thermostat module can be prevented like the above by considering as the configuration which establishes an overcurrent limit means and controls the overcurrent of the heating direction. That is, an optical coupling loss problem, a failure problem of a thermostat module, etc. by the property deterioration problem of a semiconductor laser element, the problem of an optical coupling gap, and lens blank resulting from abnormality heating of a thermostat module can be prevented.

[0062] If it is in some from which an overcurrent limit means has a bypass path, a resistor, and diode and which it consists of, it is an easy configuration and the overcurrent energization to a thermostat module can be controlled.

[0063] The near substrate with which the semiconductor laser element of a thermostat module is arranged becomes independent of optical fiber supporter material thermally. If it is in some to which emission of the heat to the exterior of a package is restricted through the above-mentioned optical fiber supporter material from the substrate of the above-mentioned thermostat module When overcurrent energization of the heating direction to a thermostat module occurs, heat transfer of the hot heat emitted from the thermostat module is carried out to components, such as a semiconductor laser element which almost all heat has connected to a thermostat module thermally, without radiating heat to the exterior of a package, and it is accumulated in them. There is a possibility of causing the rapid temperature rise of the component and causing various serious situations. forming a characteristic overcurrent limit means in the thing of such a configuration in this invention -- overcurrent energization of the heating direction to the above-mentioned thermostat module -- it can control -- thereby -- the above -- serious situation generating can be prevented and it is very effective.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the semiconductor-laser module characterized by to establish an overcurrent limit means control that accomplish with the configuration which carries out the adjustable setting of the temperature of a semiconductor-laser element according to the amount of current which energizes the above-mentioned thermostat module to this thermostat module in the semiconductor-laser module which has a semiconductor-laser element, a thermostat module which adjusts temperature of this semiconductor-laser element, and an optical fiber optically combined with a laser beam by which outgoing radiation was carried out from the above-mentioned semiconductor-laser element, and an overcurrent flows to the above-mentioned thermostat module.

[Claim 2] It is the semiconductor laser module according to claim 1 which accomplishes a thermostat module with a configuration of changing heating actuation and cooling actuation according to sense of energization current, and is characterized by establishing an overcurrent limit means on a current path which passes current of the heating direction which carries out heating actuation of the above-mentioned thermostat module to a thermostat module.

[Claim 3] While a bypass path which bypasses and short-circuits a thermostat module is prepared in the upstream and the downstream of a thermostat module at a current path which passes current of the heating direction to a thermostat module and a resistor is interposed in this bypass path Diode which made the direction of current of heating the forward direction is formed in the above-mentioned resistor and a serial. The above-mentioned bypass path, a resistor, and diode A semiconductor laser module according to claim 2 characterized by having accomplished that make a thermostat module and a bypass path carry out splitting energization of the current of the heating direction, and an overcurrent of the heating direction energizes to a thermostat module with an overcurrent limit means to ease.

[Claim 4] A thermostat module puts a Peltier device with the 1st substrate and 2nd substrate, and is constituted. A semiconductor laser element is arranged and it connects with a thermostat module thermally at any of the 1st substrate of the above, and the 2nd substrate, or one side. Moreover, it has a lens for condensing a laser beam by which outgoing radiation was carried out from a semiconductor laser element, and introducing into an optical fiber. This lens is a semiconductor laser module according to claim 1, 2, or 3 characterized by having accomplished with a configuration thermally connected with a substrate of a side which arranges a semiconductor laser element of a thermostat module through a thermofusion connection material which is fixing an attaching member of this lens.

[Claim 5] An optical fiber is a semiconductor laser module according to claim 1, 2, or 3 characterized by being the optical fiber with a lens with which a lens which condenses a laser beam by which outgoing radiation was carried out from a semiconductor laser element is formed in an edge as for which a laser beam carries out incidence.

[Claim 6] A thermostat module puts a Peltier device with the 1st substrate and 2nd substrate, and is constituted. It has a configuration which a semiconductor laser element is arranged and is thermally connected with a thermostat module at any of the 1st substrate of the above, and the 2nd substrate, or one side. Hold arrangement of the above-mentioned semiconductor laser element and the thermostat module is carried out into a package. A through tube which leads outside from the interior of this package is prepared in the above-mentioned package. Fitting wearing of the optical fiber supporter material which changes from a thermally conductive material to this through tube is carried out. An edge side of an optical fiber is introduced into the interior from the exterior of a package through an insertion hole prepared in this optical fiber supporter material. A substrate of a side which has arranged a semiconductor laser element of a thermostat module becomes independent of the above-mentioned optical fiber supporter material thermally. A semiconductor laser module of any one publication of claim 1 characterized by restricting emission of heat to the exterior of a package through the above-mentioned optical fiber supporter material from a substrate of a side which has arranged a semiconductor laser element of a thermostat module thru/or claim 5.

[Claim 7] A drive method of a semiconductor laser module characterized by to connect the above-mentioned thermostat module to a semiconductor laser element thermally, to adjust according to the amount of current which energizes temperature of a semiconductor laser element to this thermostat module, to form an overcurrent limit means in an energization path of current to a thermostat module in a drive method of a semiconductor laser module characterized by providing the following, and to control overcurrent energization to a thermostat module A semiconductor laser element A thermostat module which adjusts temperature of this semiconductor laser element An optical fiber optically combined with a laser beam by which outgoing radiation was carried out from the above-mentioned semiconductor laser element

[Claim 8] In a drive method of a semiconductor laser module characterized by providing the following The above-mentioned thermostat module is accomplished with a configuration of changing heating actuation and cooling actuation according to

sense of energization current. Connect this thermostat module to a semiconductor laser element thermally, and a bypass path which bypasses the upstream and the downstream of a thermostat module and connects a thermostat module with a current path which passes current of the heating direction which carries out heating actuation of the thermostat module to a thermostat module too hastily is prepared. A drive method of a semiconductor laser module characterized by interposing a resistor in this bypass path, shunting current of the heating direction toward a thermostat module and a bypass path, and easing overcurrent energization of the heating direction to a thermostat module A semiconductor laser element A thermostat module which adjusts temperature of this semiconductor laser element An optical fiber optically combined with a laser beam by which outgoing radiation was carried out from the above-mentioned semiconductor laser element

---

[Translation done.]

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000216474  
PUBLICATION DATE : 04-08-00

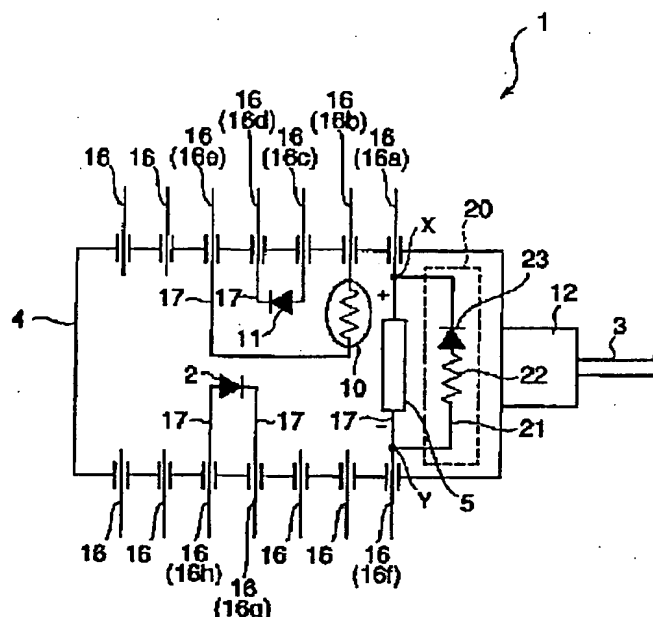
APPLICATION DATE : 01-11-99  
APPLICATION NUMBER : 11310992

APPLICANT : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE;

INVENTOR : AIKIYO TAKESHI;

INT.CL. : H01S 5/024 G02B 6/42

TITLE : SEMICONDUCTOR LASER MODULE  
AND ITS DRIVING METHOD



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To restrain overcurrent energization to a thermo-module.

SOLUTION: A thermo-module 5 carries out heating operation when a current from a lead pin 16f toward a lead pin 16a is energized. On the contrary, it carries out cooling operation when current from the lead pin 16a toward the lead pin 16f is energized. An overcurrent limitation means 20 for restraining overcurrent energization in a heating direction to the thermo-module 5 is provided. The overcurrent limitation circuit 20 has a bypass path 21, a resistor 22 and a diode 23. When current in a heating direction is energized, the diode 23 turns 'on' and current is shunted and flows to the thermo module 5 and the bypass path 21. Thereby, overcurrent energization to the thermo-module 5 can be restrained.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールにおいて、上記サーモモジュールは該サーモモジュールに通電する電流量に応じて半導体レーザ素子の温度を可変調整する構成と成し、上記サーモモジュールに過電流が流れるのを抑制する過電流制限手段を設けたことを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項2】 サーモモジュールは通電電流の向きに応じて加熱動作と冷却動作を変化させる構成と成し、過電流制限手段は上記サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路上に設けられていることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザモジュール。

【請求項3】 加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路にはサーモモジュールの上流側と下流側とをサーモモジュールを迂回して短絡するバイパス通路が設けられ、このバイパス通路には抵抗体が介設されると共に、加熱の電流方向を順方向としたダイオードが上記抵抗体と直列に設けられており、上記バイパス通路と抵抗体とダイオードは、加熱方向の電流をサーモモジュールとバイパス通路に分流通電させて加熱方向の過電流がサーモモジュールに通電するのを緩和する過電流制限手段と成していることを特徴とする請求項2記載の半導体レーザモジュール。

【請求項4】 サーモモジュールはペルチエ素子を第1の基板と第2の基板により挟み込んで構成され、上記第1の基板と第2の基板のうちの何れか一方側に半導体レーザ素子が配置されてサーモモジュールと熱的に接続されており、また、半導体レーザ素子から出射されたレーザ光を集光して光ファイバに導入するためのレンズを有し、このレンズは該レンズの取り付け用部材を固定している熱溶融接続材料を介してサーモモジュールの半導体レーザ素子を配置している側の基板と熱的に接続される構成と成していることを特徴とする請求項1又は請求項2又は請求項3記載の半導体レーザモジュール。

【請求項5】 光ファイバはレーザ光が入射する端部に半導体レーザ素子から出射されたレーザ光を集光するレンズが形成されているレンズ付光ファイバであることを特徴とする請求項1又は請求項2又は請求項3記載の半導体レーザモジュール。

【請求項6】 サーモモジュールはペルチエ素子を第1の基板と第2の基板により挟み込んで構成され、上記第1の基板と第2の基板のうちの何れか一方側に半導体レーザ素子が配置されてサーモモジュールと熱的に接続されている構成を備え、上記半導体レーザ素子とサーモモジュールはパッケージ内に収容配置されており、上記パッケージには該パッケージの内部から外部に通じる貫通

孔が設けられ、この貫通孔には熱伝導性材料から成る光ファイバ支持部材が嵌合装着され、この光ファイバ支持部材に設けられた挿通孔を通して光ファイバの端部側がパッケージの外部から内部に導入されており、サーモモジュールの半導体レーザ素子を配置した側の基板は上記光ファイバ支持部材と熱的に独立し、サーモモジュールの半導体レーザ素子を配置した側の基板から上記光ファイバ支持部材を介してパッケージの外部への熱の放出が制限されることを特徴とした請求項1乃至請求項5の何れか1つに記載の半導体レーザモジュール。

【請求項7】 半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールの駆動方法において、上記サーモモジュールを半導体レーザ素子に熱的に接続し、半導体レーザ素子の温度を該サーモモジュールに通電する電流量に応じて調整し、サーモモジュールへの電流の通電経路には過電流制限手段を設けてサーモモジュールへの過電流通電を抑制することを特徴とした半導体レーザモジュールの駆動方法。

【請求項8】 半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールの駆動方法において、上記サーモモジュールは通電電流の向きに応じて加熱動作と冷却動作を変化させる構成と成し、このサーモモジュールを半導体レーザ素子に熱的に接続し、サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路にはサーモモジュールの上流側と下流側とをサーモモジュールを迂回して短絡するバイパス通路を設け、このバイパス通路には抵抗体を介設し、加熱方向の電流をサーモモジュールとバイパス通路に分流してサーモモジュールへの加熱方向の過電流通電を緩和することを特徴とした半導体レーザモジュールの駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、光通信の分野で用いられる半導体レーザモジュールおよび半導体レーザモジュールの駆動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図6(a)には半導体レーザモジュールの一構造例が断面により模式的に示され、図6(b)には図6(a)に示す半導体レーザモジュールの電気配線の一例が示されている。図6(a)に示す半導体レーザモジュール1は半導体レーザ素子2と光ファイバ3を光学的に結合させてモジュール化したものである。

【0003】 すなわち、図6(a)に示すように、パッケージ4の内底壁面4a上にサーモモジュール5が設けられている。このサーモモジュール5は複数のペルチエ

10

20

30

40

50



素子5aが高熱伝導体（例えば、窒化アルミ）の板部材5b、5c（第1の基板、第2の基板）によって挟み込まれた形態と成している。この例では、上記板部材5bが上記パッケージ4の内底壁面4a上に固定され、この板部材5bにペルチエ素子5aの放熱側が半田により設置され、このペルチエ素子5aの吸熱側に上記板部材5cが半田により固定されている。

【0004】このようなサーモモジュール5は上記ペルチエ素子5aに流す電流の向きに応じて発熱動作（加熱動作）と吸熱動作（冷却動作）が変化し、また、その発熱量や吸熱量はペルチエ素子5aの通電電流量に応じて変化するものである。

【0005】このようなサーモモジュール5の上側（つまり、板部材5c上）には部品の取り付け用部材である基板6が半田（例えば、InPbAg共晶半田（融点148℃））により固定設置されている。この基板6の上側には支持部材7、8とレンズ9が固定されている。上記支持部材7には上記半導体レーザ素子2が配置されると共に、半導体レーザ素子2の温度を検知するためのサーミスタ10が設けられている。上記支持部材8には上記半導体レーザ素子2の発光状態を監視するモニター用のフォトダイオード11が配設されている。上記半導体レーザ素子2としては、例えば、1310nm帯および1550nm帯の信号光波長帯のものや、1480nm帯や980nm帯等の光ファイバ増幅器の励起光の波長帯のものが一般的に用いられている。

【0006】パッケージ4の側壁4bには貫通孔4cが形成され、この貫通孔4cには光ファイバ支持部材12が嵌合装着されている。この光ファイバ支持部材12は挿通孔12aを有し、光ファイバ3の端部側がパッケージ4の外部から上記挿通孔12aの内部に導入されている。また、挿通孔12aの内部には上記光ファイバ3の先端と間隔を介してレンズ14が配設されている。

【0007】上記パッケージ4には、図6（b）に示すように、リードピン16が複数本（図6（b）に示す例では14本）外部に向けて突出形成されている。また、パッケージ4の内部には上記半導体レーザ素子2、サーモモジュール5、サーミスタ10、フォトダイオード11を上記リードピン16に導通接続させるための導体パターンやリード線等の導通手段17が設けられている。それら導通手段17とリードピン16によって、上記半導体レーザ素子2、サーモモジュール5、サーミスタ10、フォトダイオード11をそれぞれ半導体レーザモジュール駆動用の駆動制御手段（図示せず）に導通接続させることができる。

【0008】具体的には、図6（b）に示す例では、上記半導体レーザ素子2は上記導通手段17とリードピン16（16g、16h）によって、また、サーモモジュール5は上記導通手段17とリードピン16（16a、16f）によって、さらに、サーミスタ10は導通手段

17とリードピン16（16b、16e）によって、また、上記フォトダイオード11は導通手段17とリードピン16（16c、16d）によってそれぞれ上記駆動制御手段に導通接続される。

【0009】図6に示す半導体レーザモジュール1は上記のように構成されている。このような半導体レーザモジュール1を上記駆動制御手段に導通接続し、上記駆動制御手段から半導体レーザモジュール1の半導体レーザ素子2に電流を供給すると、半導体レーザ素子2からレーザ光が放射される。この放射されたレーザ光は上記レンズ9、14から成る結合用光学系によって集光されて光ファイバ3に入射し、光ファイバ3内を伝搬して所望の用途に供される。

【0010】ところで、上記半導体レーザ素子2から放射されるレーザ光の強度および波長は半導体レーザ素子2自体の温度に応じて変動する。このため、上記レーザ光の強度および波長を一定に制御すべく、上記駆動制御手段は、上記サーミスタ10から出力される出力値に基づいて、半導体レーザ素子2の温度が一定となるように、サーモモジュール5の通電電流の向きおよび通電量を制御してサーモモジュール5の加熱動作あるいは冷却動作を制御している。このサーモモジュール5による温度制御によって、半導体レーザ素子2はほぼ一定の温度に保たれ、半導体レーザ素子2から出射されるレーザ光の強度および波長を一定にすることができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、例えば、操作ミスや過電圧発生等によって、サーモモジュール5を加熱動作させる加熱方向の過電流がサーモモジュール5に通電してしまう異常事態が発生する可能性がある。この場合、サーモモジュール5が異常に高温加熱してサーモモジュール5上に配設されている半導体レーザ素子2、基板6、レンズ9等の部品が急激に（例えば、10秒間でサーミスタ10の指示温度が200℃以上に上昇するというように急激に）加熱される。

【0012】ところで、上記サーモモジュール5の板部材5cがパッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12に熱的に接続されている場合には上記サーモモジュール5から発せられた熱の一部は上記パッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12を介して外部に放出される。このため、上記のようにサーモモジュール5が異常に高温加熱した際には、その高温の熱の一部が上記サーモモジュール5から光ファイバ支持部材12を介して外部に放熱されることとなり、半導体レーザ素子2やレンズ9等のサーモモジュール5上の部品に伝熱される熱量が抑制されて上記サーモモジュール5上の部品の温度上昇を緩和することができる。

【0013】しかし、図6に示す例では、サーモモジュール5上の部品と、上記パッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12とは熱的に独立した状態である。このた

10

20

30

40

50

めに、サーモモジュール5上の部品の熱がパッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12を通してパッケージ4の外部に放熱されることは殆ど無い。このような場合には、上記サーモモジュール5の異常高温加熱が発生した際にはそのサーモモジュール5の高温の熱がサーモモジュール5上の部品に伝熱され蓄積されてしまう。このため、サーモモジュール5上の部品の温度上昇は顕著なものとなり、次に示すような事態が発生し易くなり、問題である。

【0014】例えば、上記の如く、加熱方向の過電流通電に起因したサーモモジュール5の高温加熱によって半導体レーザ素子2の温度が高温に上昇した場合には、半導体レーザ素子2の結晶内部の欠陥が成長し、半導体レーザ素子2の特性が大幅に劣化してしまうという問題が生じる。

【0015】また、基板6は上述したようにサーモモジュール5の板部材5cに例えばInPbAg共晶半田（融点148℃）等の半田（熱溶融接続材料）により固定されている。このために、上記の如くサーモモジュール5が異常に高温加熱した場合には、上記半田が溶融して基板6の位置ずれが生じることがある。この基板6の位置ずれにより、半導体レーザ素子2およびレンズ9が正規の位置からずれ、光ファイバ3に対して半導体レーザ素子2およびレンズ9がずれる光結合のずれ（調芯ずれ）が生じてしまうという問題が生じる。特に、上記基板6の位置ずれに起因して半導体レーザ素子2が光ファイバ3に対して角度ずれを起こすと、例えば、0.2°の角度ずれによって光出力が95%も低下してしまうという如く、光出力が大幅に低下してしまう。

【0016】さらに、上記ガラス製のレンズ9は、例えば、金属製のホルダに低融点ガラスを利用して接着固定され、このレンズ付金属製ホルダが上記基板6に固定されてレンズ9が基板6に取り付けられることがある。この場合、上記のように、サーモモジュール5が急激に異常加熱した際には、ガラスと金属の熱膨張率の大きな差によって、上記レンズ9と金属製ホルダとの接合部分（低融点ガラス）にクラックが発生してしまう。このクラック発生により、レンズ9が上記金属製ホルダから外れ、半導体レーザ素子2と光ファイバ3の光結合が損なわれてしまうという問題が生じる。

【0017】さらに、前述したように、ペルチエ素子5aと板部材5b、5cとは半田を利用して結合されているので、上記サーモモジュール5の異常加熱により、上記半田が溶融し、例えばペルチエ素子5aが外れる等してサーモモジュール5自体が破損する虞がある。

【0018】本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、サーモモジュールへの加熱方向の過電流通電を防止し、その過電流通電に起因した問題発生を回避することができる半導体レーザモジュールおよび半導体レーザモジュールの駆動方法を提供する

ことにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明は次に示す構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第1の発明の半導体レーザモジュールは、半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールにおいて、上記サーモモジュールは該サーモモジュールに通電する電流量に応じて半導体レーザ素子の温度を可変調整する構成と成し、上記サーモモジュールに過電流が流れるのを抑制する過電流制限手段を設けた構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0020】第2の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1の発明の構成を備え、サーモモジュールは通電電流の向きに応じて加熱動作と冷却動作を変化させる構成と成し、過電流制限手段は上記サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路上に設けられていることを特徴として構成されている。

【0021】第3の発明の半導体レーザモジュールは、上記第2の発明の構成を備え、加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路にはサーモモジュールの上流側と下流側とをサーモモジュールを迂回して短絡するバイパス通路が設けられ、このバイパス通路には抵抗体が介設されると共に、加熱の電流方向を順方向としたダイオードが上記抵抗体と直列に設けられており、上記バイパス通路と抵抗体とダイオードは、加熱方向の電流をサーモモジュールとバイパス通路に分流通電させて加熱方向の過電流がサーモモジュールに通電するのを緩和する過電流制限手段と成していることを特徴として構成されている。

【0022】第4の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1又は第2又は第3の発明の構成を備え、サーモモジュールはペルチエ素子を第1の基板と第2の基板により挟み込んで構成され、上記第1の基板と第2の基板のうちの何れか一方側に半導体レーザ素子が配置されてサーモモジュールと熱的に接続されており、また、半導体レーザ素子から出射されたレーザ光を集光して光ファイバに導入するためのレンズを有し、このレンズは該レンズの取り付け用部材を固定している熱溶融接続材料を介してサーモモジュールの半導体レーザ素子を配置している側の基板と熱的に接続される構成と成していることを特徴として構成されている。

【0023】第5の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1又は第2又は第3の発明の構成を備え、光ファイバはレーザ光が入射する端部に半導体レーザ素子から出射されたレーザ光を集光するレンズが形成されているレンズ付光ファイバであることを特徴として構成されて

いる。

【0024】第6の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1～第5の発明の何れか1つの発明の構成を備え、サーモモジュールはペルチエ素子を第1の基板と第2の基板により挟み込んで構成され、上記第1の基板と第2の基板のうちの何れか一方側に半導体レーザ素子が配置されてサーモモジュールと熱的に接続されている構成を備え、上記半導体レーザ素子とサーモモジュールはパッケージ内に収容配置されており、上記パッケージには該パッケージの内部から外部に通じる貫通孔が設けられ、この貫通孔には熱伝導性材料から成る光ファイバ支持部材が嵌合装着され、この光ファイバ支持部材に設けられた挿通孔を通して光ファイバの端部側がパッケージの外部から内部に導入されており、サーモモジュールの半導体レーザ素子を配置した側の基板は上記光ファイバ支持部材と熱的に独立し、サーモモジュールの半導体レーザ素子を配置した側の基板から上記光ファイバ支持部材を介してパッケージの外部への熱の放出が制限されることを特徴として構成されている。

【0025】第7の発明の半導体レーザモジュールの駆動方法は、半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールの駆動方法において、上記サーモモジュールを半導体レーザ素子に熱的に接続し、半導体レーザ素子の温度を該サーモモジュールに通電する電流量に応じて調整し、サーモモジュールへの電流の通電経路には過電流制限手段を設けてサーモモジュールへの過電流通電を抑制することを特徴として構成されている。

【0026】第8の発明の半導体レーザモジュールの駆動方法は、半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールの駆動方法において、上記サーモモジュールは通電電流の向きに応じて加熱動作と冷却動作を変化させる構成と成し、このサーモモジュールを半導体レーザ素子に熱的に接続し、サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路にはサーモモジュールの上流側と下流側とをサーモモジュールを迂回して短絡するバイパス通路を設け、このバイパス通路には抵抗体を介設し、加熱方向の電流をサーモモジュールとバイパス通路に分流してサーモモジュールへの加熱方向の過電流通電を緩和することを特徴として構成されている。

【0027】上記構成の発明において、過電流制限手段は、操作ミスや過電圧発生に起因して過電流が発生した際に、その過電流がサーモモジュールへ通電するのを抑制する。このように、サーモモジュールへの過電流通電が抑制されるので、例えば、サーモモジュールへの加熱

方向の過電流通電に起因した様々な問題発生を防止することができる。これにより、半導体レーザモジュールの光結合や耐久の信頼性を格段に向上させることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づいて説明する。

【0029】図1には第1の実施形態例において特徴的な半導体レーザモジュールの電気配線例が示されている。この第1の実施形態例において特徴的なことは、図1に示すように、過電流制限手段（逆電流制限手段）である過電流制限回路20を設けたことである。それ以外の構成は前記図6に示した半導体レーザモジュールと同様であり、この第1の実施形態例の説明では、上記図6に示した半導体レーザモジュールと同一構成部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

【0030】半導体レーザモジュール1は常温以上の環境下で使用される場合が多く、サーモモジュール5は冷却動作だけしか行わないと想定されることが多いが、この第1の実施形態例では、サーモモジュール5は冷却動作だけでなく、加熱動作をも行う場合を考慮して、次に示すような過電流制限回路20をパッケージ4の内部に設けている。

【0031】すなわち、この第1の実施形態例では、過電流制限回路20はバイパス通路21と抵抗体22とダイオード23を有して構成されている。

【0032】図1において、上記バイパス通路21の一端側はサーモモジュール5よりもリードピン16a側の点Xに接続し、バイパス通路21の他端側はサーモモジュール5よりもリードピン16f側の点Yに接続されている。

【0033】この第1の実施形態例では、リードピン16fからリードピン16aに向かう方向に電流が通電した場合にサーモモジュール5が加熱動作を行い、また、反対に、リードピン16aからリードピン16fに向かう方向に電流が通電した場合にはサーモモジュール5が冷却動作を行うように構成されている。このことから、換言すれば、上記バイパス通路21はサーモモジュール5への加熱方向の電流経路におけるサーモモジュール5の上流側Yと下流側Xをサーモモジュール5を迂回して短絡している。

【0034】このバイパス通路21には抵抗体22が介設されると共に、サーモモジュール5を加熱動作させる加熱の電流方向を順方向としたダイオード23が上記抵抗体22と直列に設けられている。

【0035】この第1の実施形態例に示す半導体レーザモジュール1は上記のように構成されている。以下に、上記過電流制限回路20の回路動作例を簡単に説明する。例えば、上記半導体レーザモジュール1をリードピン16を利用して半導体レーザモジュール駆動用の駆動

制御手段に導通接続する。この状態で、上記駆動制御手段によって、リードピン16aからリードピン16fに向かう方向の電流、つまり、サーモモジュール5を冷却動作させる冷却方向の電流が通電している場合には、上記過電流制限回路20のダイオード23は導通オフ状態となる。これにより、上記冷却方向の電流は、バイパス通路21には通電せずに、全て、サーモモジュール5に流れ込む。

【0036】また、反対に、リードピン16fからリードピン16aに向かう方向の電流（逆電流）、つまり、サーモモジュール5を加熱動作させる加熱方向の電流が通電している場合には、上記ダイオード23は導通オン状態となる。これにより、上記加熱方向の電流は、サーモモジュール5が持つ抵抗値と、抵抗体22の抵抗値との比に応じて、サーモモジュール5とバイパス通路21とに分流して通電する。

【0037】加熱方向の過電流が発生した場合には、上記の如く、その過電流はサーモモジュール5とバイパス通路21とに分流して流れる。これにより、上記過電流の全てがサーモモジュール5に通電してしまう場合に比べて、サーモモジュール5への過電流通電を緩和することができる。なお、上記抵抗体22の抵抗値は仕様に応じて適宜設定されるものである。

【0038】この第1の実施形態例では、前記したように、サーモモジュール5の半導体レーザー素子を配置している側の基板（板部材（ここでは板部材5c））はパッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12と熱的に独立している。このため、サーモモジュール5に加熱方向の過電流が通電した際には、その過電流通電に起因したサーモモジュール5の高温加熱の熱がパッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12を介してパッケージ4の外部に放熱されず、サーモモジュール5上の部品に蓄熱されて加熱方向の過電流通電に起因した様々な問題が発生し易い。

【0039】これに対して、この第1の実施形態例では、過電流制限回路20を設け、該過電流制限回路20によって、サーモモジュール5への加熱方向の過電流通電を緩和する構成としたので、サーモモジュール5への加熱方向の過電流通電に起因した様々な問題を回避することができる。

【0040】つまり、加熱方向の過電流通電に起因したサーモモジュール5の異常加熱を抑制することができ、これにより、半導体レーザー素子2が高温に加熱されるのを防止することができる。このため、高温加熱による半導体レーザー素子2の結晶内部の欠陥の成長を回避することができて半導体レーザー素子2の特性劣化を防止することができる。

【0041】また、半導体レーザー素子2やレンズ9等の部品の取り付け用部材である基板6とサーモモジュール5とを接続する半田等の熱溶融接続材料がサーモモジ

ール5の高温加熱に起因して溶融するのを回避することができ、これにより、基板6の位置ずれを防止することができる。このことにより、光ファイバ3に対する半導体レーザー素子2やレンズ9の位置ずれが回避されて光ファイバ3と半導体レーザー素子2の光結合ずれの発生を抑制でき、光出力低下を防止することができる。

【0042】さらに、サーモモジュール5の急激な温度上昇に起因したレンズ9と金属ホルダとの結合部分のクラック発生を抑制することができる。これにより、クラック発生に起因したレンズ9外れを防止することができる。半導体レーザー素子2と光ファイバ3の光結合が損なわれてしまうという事態発生を回避することができる。

【0043】さらに、ペルチエ素子5aと板部材5b、5c間の半田溶融も防止することができるので、サーモモジュール5自体の破損をも回避することができる。

【0044】以上のように、この第1の実施形態例において特徴的な過電流制限回路20を設けることによって、サーモモジュール5への加熱方向の過電流通電に起因した様々な問題を防止することができる。このことにより、半導体レーザーモジュール1の光結合や耐久の信頼性を格段に向上させることができる。

【0045】以下に、第2の実施形態例を説明する。この第2の実施形態例が前記第1の実施形態例と異なる特徴的なことは、図2に示すように、サーモモジュール5に並列にサージ電流通電用のコンデンサ25を設けたことである。それ以外の構成は前記第1の実施形態例と同様であり、この第2の実施形態例の説明では、前記第1の実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

【0046】この第2の実施形態例では、上記のように、コンデンサ25をサーモモジュール5に並列に設けたので、瞬間的な大電流であるサージ電流が発生した際には、そのサージ電流が上記コンデンサ25に通電してサーモモジュール5には通電しない。これにより、サージ電流通電に起因したサーモモジュール5の破損を防止することができる。

【0047】つまり、サージ電流は周波数が高いものであり、また、コンデンサは周波数が高くなる程そのインピーダンスが小さくなる。このために、上記サージ電流が発生してサーモモジュール5に通電しようとしても、そのサージ電流の殆どは上記コンデンサ25に流れることとなる。これにより、サージ電流がサーモモジュール5に通電するのを抑制することができ、サージ電流通電に起因したサーモモジュール5の破損問題を防止することができる。また、サーモモジュール5に加熱方向のサージ電流が通電すると、サーモモジュール5上の部品が瞬間的に温度上昇して前述したような様々な問題が生じる虞があるが、この第2の実施形態例では、上記のように、コンデンサ25によって、サーモモジュール5へのサージ電流通電が抑制されるので、前記したような半導

10

20

30

40

50

体レーザ素子2の特性劣化問題や、半導体レーザ素子2と光ファイバ3の光結合ずれ問題や、レンズ9外れに起因して光結合が損なわれる問題等の様々な問題を防止することができる。

【0048】この第2の実施形態例によれば、前記第1の実施形態例と同様に、過電流制限回路20が設けられているので、前記第1の実施形態例と同様に、上記過電流制限回路20によって、サーモモジュール5への加熱方向の過電流通電を抑制することができ、加熱方向の過電流通電に起因した様々な問題を防止することができる。その上、上記のように、コンデンサ25をサーモモジュール5に並列に設けたので、該コンデンサ25によって、サージ電流通電に起因した問題発生をも防止することができる。

【0049】なお、この発明は上記各実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得る。例えば、上記各実施形態例では、半導体レーザモジュール1が常温以上の環境下だけでなく、常温よりも低い低温環境下で使用されることをも考慮して、サーモモジュール5が冷却動作だけでなく、加熱動作をも行うことを想定した。このことから、サーモモジュール5に加熱方向の電流通電させるために、バイパス通路21には抵抗体22が介設されていた。しかし、例えば、半導体レーザモジュール1が常温以上の環境下で使用されることしか想定せず、つまり、サーモモジュール5が冷却動作しか行わないと想定される場合には、上記抵抗体22を設けなくともよい。

【0050】この場合には、加熱方向の電流のほぼ全てがバイパス通路21を通電し、サーモモジュール5には殆ど通電しないこととなる。このことにより、加熱方向の過電流がサーモモジュール5に通電するのを確実に防止することができる。これにより、サーモモジュール5への加熱方向の過電流通電に起因した上記したような様々な問題発生をより一層確実に回避することができる。

【0051】また、上記同様にサーモモジュール5が冷却動作しか行わないと想定される場合には、加熱方向の電流をサーモモジュール5に通電させなくてよいので、上記バイパス通路21を設けずに、冷却の電流方向を順方向としたダイオードをサーモモジュール5に直列に設けてもよい。つまり、ダイオードによって、サーモモジュール5への加熱方向の電流通電を全て阻止する構成としてもよい。

【0052】また、上記各実施形態例では、上記過電流制限回路20はパッケージ4内に設けられており、過電流制限機能付半導体レーザモジュールの例を示したが、例えば、図3に示すように、従来と同様の構成を持つ半導体レーザモジュール1と、半導体レーザモジュール用の駆動制御手段との間に、図3の点線で囲まれているようなバイパス通路21と抵抗体22とダイオード23と

から成る過電流制限回路20を設けて半導体レーザモジュールを駆動するようにしてもよい。さらに、同様に、上記第2の実施形態例に示したと同様のコンデンサ25も、図3の鎖線に示すように、半導体レーザモジュール1の外に設けてもよい。上記図3に示す半導体レーザモジュール1の外部に設けられる過電流制限回路20、コンデンサ25は上記各実施形態例に示した過電流制限回路20、コンデンサ25と同様な機能を果たし、上記各実施形態例と同様の効果を奏することができる。

10 【0053】さらに、上記各実施形態例では、図6(a)に示すように、光ファイバ3とは別個のレンズ9、14を用いて結合用光学系を形成していたが、図4に示すように、上記レンズ9、14を利用せずに、レンズ付光ファイバ3を用いて結合用光学系を形成してもよい。上記レンズ付光ファイバ3とは、半導体レーザ素子2から出射されたレーザ光を集光するレンズ3aを備えた光ファイバである。

20 【0054】上記レンズ付光ファイバ3は、次に示すように、半導体レーザモジュール1に組み込まれる。例えば、図4に示すように、基板6に固定部材（例えばステンレス製）27が取り付けられ、この固定部材27に光ファイバ支持部材28がYAGレーザ溶接等により固定されている。また、パッケージ4に形成された貫通孔4cには光ファイバ支持部材29が嵌合装着してPbSn半田等の接合材料30により固定されている。上記光ファイバ支持部材28、29にはそれぞれ挿通孔が設けられており、これら挿通孔を通して光ファイバ3がパッケージ4の外部から内部に導入され、この光ファイバ3の先端と半導体レーザ素子2とは光結合が成される適宜の間隔を介して配置されている。上記以外の構成は前記図6(a)に示す構成と同様であり、ここでは、その重複説明は省略する。

30 【0055】上記光ファイバ支持部材28、29は例えばFe-Ni-Co合金等の熱伝導性材料により構成されている。図4に示す構成では、サーモモジュール5における半導体レーザ素子2が配置されている側の基板（つまり、板部材5c）は厳密には光ファイバ3を通して光ファイバ支持部材29に熱的に接続されている。しかし、光ファイバ3は例えば125μm程度の細径であるために、サーモモジュール5の板部材5cから光ファイバ3を通して光ファイバ支持部材29に伝熱される熱量は非常に僅かである。

40 【0056】これにより、サーモモジュール5の板部材5cは上記光ファイバ支持部材29と熱的に独立していると同様である。すなわち、この図4に示す構成では、サーモモジュール5の板部材5cから上記光ファイバ支持部材29を介してパッケージ4の外部への熱の放出が制限される構成である。このような構成では、前記したように、サーモモジュール5への過電流通電に起因してサーモモジュール5が異常に高温加熱した際に、その高

温の熱がサーモモジュール5上の部品に蓄積されて様々な問題が生じる。これに対して、上記各実施形態例に示したようなサーモモジュール5への過電流通電を抑制する構成を備えることによって、上記サーモモジュール5への過電流通電に起因した問題を防止することができ、非常に有効である。

【0057】さらに、この発明の応用例として、図5に示すような構成としてもよい。この図5に示す例は、サーモモジュール5を電流制御ではなく、電圧制御するものを対象にし、サーモモジュール5への過電圧印加に起因した問題発生を回避することができるものである。つまり、図5において、サーモモジュール5に過電圧制限手段31を直列に設けている。上記過電圧制限手段31は冷却方向の通電方向を順方向としたダイオード32と、抵抗体33との並列接続体により構成されている。

【0058】図5に示す構成では、冷却方向の電圧がサーモモジュール5に印加しているときにはダイオード32は導通オン状態であり、電流は上記抵抗体33には殆ど流れずに、ほぼ全てダイオード32に流れる。これにより、リードピン16a、16f間に印加する電圧はほぼ全てサーモモジュール5に印加する。

【0059】これに対して、加熱方向の電圧がサーモモジュール5に印加しているときにはダイオード32は導通オフ状態となり、電流は抵抗体33に通電するので、リードピン16a、16f間に印加する電圧はサーモモジュール5と抵抗体33とに分圧して印加することとなる。このことから、リードピン16a、16f間に過電圧が発生した際には、その過電圧はサーモモジュール5と抵抗体33に分圧して印加することとなる。このため、サーモモジュール5への過電圧印加を緩和することができて、サーモモジュール5への過電圧印加に起因した問題を防止することができる。このような過電圧制限制御と、上記各実施形態例に示したような過電流制限手段とを共に設けてもよい。

【0060】

【発明の効果】この発明の半導体レーザモジュールおよび半導体レーザモジュールの駆動方法によれば、半導体レーザモジュールの内部あるいは外部に過電流制限手段を設け、該過電流制限手段によって、サーモモジュールへの過電流通電を抑制する構成とした。この構成を備えることによって、サーモモジュールへの過電流通電に起因した問題発生を回避することができる。

【0061】サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路上に過電流制限手段を設けたものにあつては、その過電流制限手段によりサーモモジュールへの加熱方向の過電流を抑制することができる。サーモモジュールに加熱方向の過電流が通電すると、サーモモジュールが異常に高温加熱して様々な問題を発生させてしまう。これに対して、上記の如く、過電流制限手段を設けて加熱方向の過電流を抑制

する構成とすることによって、サーモモジュールへの加熱方向の過電流通電に起因した様々な問題を防止することができる。つまり、サーモモジュールの異常加熱に起因した半導体レーザ素子の特性劣化問題や光結合ずれの問題やレンズ外れによる光結合損失問題やサーモモジュールの破損問題等を防止することができる。

【0062】過電流制限手段がバイパス通路と抵抗体とダイオードを有して構成されているものにあつては、簡単な構成で、サーモモジュールへの過電流通電を抑制することができる。

【0063】サーモモジュールの半導体レーザ素子が配置されている側の基板が光ファイバ支持部材と熱的に独立し、上記サーモモジュールの基板から上記光ファイバ支持部材を介してパッケージの外部への熱の放出が制限されるものにあつては、サーモモジュールへの加熱方向の過電流通電が発生した際に、サーモモジュールから発せられた高温の熱はパッケージの外部に放熱されずに殆どの熱がサーモモジュールに熱的に接続している半導体レーザ素子等の部品に伝熱されて蓄積され、その部品の急激な温度上昇を引き起こして様々な重大な事態を招く虞がある。このような構成のものに、本発明において特徴的な過電流制限手段を設けることによって、上記サーモモジュールへの加熱方向の過電流通電を抑制することができ、これにより、上記重大な事態発生を防止することができ、非常に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態例において特徴的な半導体レーザモジュールの電気配線の一例を示す説明図である。

【図2】第2の実施形態例において特徴的な半導体レーザモジュールの電気配線例を示す説明図である。

【図3】その他の実施形態例を示す説明図である。

【図4】さらに、その他の実施形態例を示す説明図である。

【図5】さらにまた、その他の実施形態例を示す説明図である。

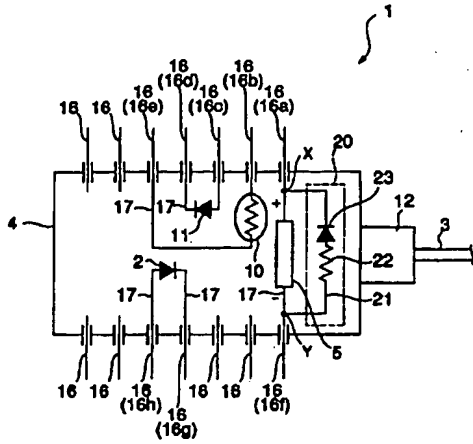
【図6】半導体レーザモジュールの一構造例およびその半導体レーザモジュールの従来の電気配線例を示す説明図である。

【符号の説明】

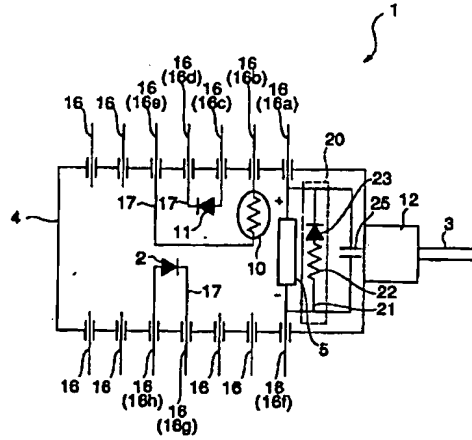
- 1 半導体レーザモジュール
- 2 半導体レーザ素子
- 3 光ファイバ
- 4 パッケージ
- 5 サーモモジュール
- 9, 14 レンズ
- 12, 29 光ファイバ支持部材
- 20 過電流制限手段
- 21 バイパス通路
- 22 抵抗体
- 23 ダイオード

## 25 コンデンサ

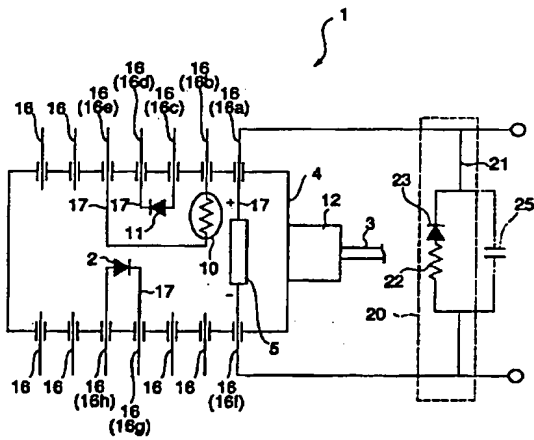
【図1】



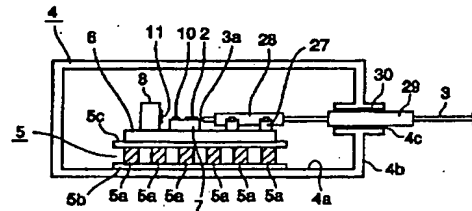
【図2】



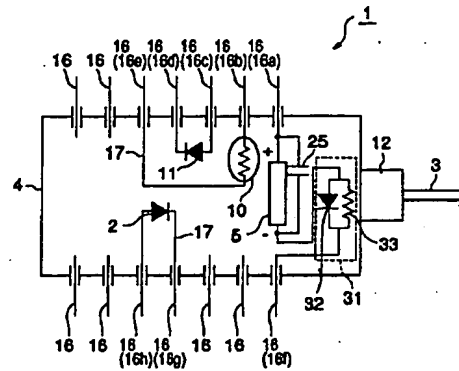
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

